Bodenkundliche Untersuchungen im Glocknergebiet

Von H. Franz

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse am 3. März 1977)

Mit 1 Tabelle

Anschließend an ältere Arbeiten (Friedel 1936, Franz 1961, Burger u. Franz 1972) werden zur Zeit die Böden des Glocknergebiets hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften studiert. Ziel dieser Untersuchungen ist die Ermittlung des Stoffkreislaufes zwischen Boden und Vegetation. Untersuchungen über Zufuhr von Flugstaub zu den hochalpinen Böden sind abgeschlossen (F. Gruber 1975), über den Wasserhaushalt ausgewählter Bodenprofile liegen zweijährige Meßreihen vor (F. Gruber 1976), die Bearbeitung des Bodenchemismus steht vor dem Abschluß (A. Posch). Im folgenden soll ein kurzer Bericht über die Ergebnisse der Arbeiten von F. Gruber gegeben werden, die Veröffentlichung des umfangreichen Datenmaterials wird an anderer Stelle erfolgen.

1. Flugstaubablagerung

Daß die Böden über der alpinen Waldgrenze einer je nach Gesteinsbeschaffenheit und Reliefverhältnissen verschieden starken „Verstaubung" unterliegen, ist durch die Arbeiten von Leiningen (1915), Braun-Blanquet u. Jenny (1926) und Solar (1964) bekannt. Die starke Akkumulation von Flugstaub in der Gamsgrube an der Pasterze wurde erstmalig von Friedel (1936) beschrieben. F. Gruber hat nun in den Jahren 1973—1974 an zahlreichen Stellen im Glocknergebiet die Zufuhr von Flugstaub zu den Böden qualitativ und quantitativ zu erfassen gesucht. Dies geschah einerseits durch Einsammeln des auf Schneefelder pro Flächeneinheit aufgewehten Flugstaubs und anderseits durch direktes Auffangen des Staubes

aus der Luft mit Hilfe von Deflametern. Das von Uggla konstruierte, von Fiedler (1965) beschriebene Deflameter fängt den vom Wind herangeführten Flugstaub in Kästchen mit durch einen Windflügel jeweils gegen die Luftströmung gerichteter Öffnung auf und gestattet es, die angefallenen Staubmengen in beliebigen Zeitabständen aus diesen zu entnehmen. Die von Gruber verwendeten Deflameter wiesen übereinander je 3 Auffangkästchen auf, bei denen die Oberkante der Öffnung in 20 cm, 55 cm und 90 cm über der Bodenoberfläche lag. Bei den Untersuchungen waren insgesamt 7 Deflameter an den folgenden Standorten eingesetzt: Hochtor-Nordseite (2565 m), Hochtor-Südseite (2520 m), Senfteben nächst Guttal (1910 m), Gamsgrube (2530 m), Pfandscharte Südseite (2610 m), oberhalb Glocknerhaus (2145 m) und Margaritze im Pasterzenfeld (2020 m). Flugstaubproben von Schneeoberflächen wurden an 25 Standorten eingesammelt.

Nach Untersuchungen von Stallings (1951) können Bodenteilchen durch den Windstrom 1. hüpfend-drehend, 2. schwebend, 3. kriechend fortbewegt werden. Durch den Winddruck werden Bodenteilchen zunächst aufgewirbelt, wobei sie gegeneinander kollidieren, je nach der Abstoßgeschwindigkeit und dem Winddruck werden sie mehr oder weniger hoch gehoben und horizontal weiterbewegt, bevor sie wieder zu Boden fallen. Die Teilchengröße spielt beim Windtransport eine entscheidende Rolle.

Für die Art der Fortbewegung geben die Untersuchungen Stallings, vereinfacht dargestellt, folgende Anhaltspunkte. Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 0,1 mm werden durch den Wind schwebend verfrachtet, Körner mit 0,5 bis 1,0 mm sind zu schwer, als daß sie in hüpfend-drehender Bewegung fortbewegt werden könnten, sie werden an der Bodenoberfläche weitergerollt. Das spezifische Gewicht des Materials und die Windgeschwindigkeit üben zweifellos neben der Korngröße einen Einfluß auf die Transportweise aus.

In den Deflametern werden in der Luft in verschiedener Höhe über dem Boden schwebend bewegte Teilchen aufgefangen. Erwartungsgemäß wurde jeweils in dem der Bodenoberfläche nächsten Kästchen die größte Staubmenge gesammelt, die Abnahme der Menge mit der Höhe erfolgte aber an verschiedenen Standorten verschieden stark. Auch ergaben sich zwischen den Werten der beiden Beobachtungsjahre für denselben Standort mehr oder weniger große, z. T. sehr große Unterschiede. Das läßt erkennen, daß die Verstaubung der Hochgebirgsböden in starker Abhängigkeit von Witterungsverlauf vor sich geht. Die

Deflameterwerte geben die an der Meßstelle in bestimmten Höhen transportierte Flugstaubmenge an, nicht die Menge des dort sedimentierten Materials. Diese kann reliefbedingt kleinräumig stark wechseln, was die auf Schneeoberflächen gesammelten Proben deutlich zeigten. Um die Unterschiede der an den einzelnen Meßstellen angefallenen Flugstaubmengen aufzuzeigen, seien die in der Vegetationszeit 1974 gewonnenen Werte als Beispiel in Tabelle 1 wiedergegeben. Man sieht, daß die Gamsgrube alle anderen Meßstellen hinsichtlich der Menge des Flugstaubtransportes bei weitem übertrifft, was durch die sie auf drei Seiten umgebenden, aus leicht verwittertem Kalkphyllit bestehenden Steilhänge bedingt ist.

Das Aufsammeln des Flugstaubmaterials auf Schneefeldern mußte aus technischen Gründen zu verschiedenen Terminen erfolgen, diese lagen aber durchwegs in den Monaten Juni und Juli. An den Probestellen wurde der Schnee jeweils von 1 m^2 Fläche (nur in der Gamsgrube von 0,25 m^2) ca. 5 cm tief abgehoben, eingeschmolzen und filtriert. Der Filterrückstand wurde bei 105° C im Trockenschrank getrocknet, gewogen und dann die pflanzliche Streu von der Mineralsubstanz getrennt. Da die Verteilung des Sediments auf der Schneeoberfläche nicht gleichmäßig war, wurden aus dem gleichen Bereich jeweils mehrere Stichproben genommen, um zu Mittelwerten zu gelangen. Insgesamt wurden 128 Einzelproben untersucht, die sich auf 25 Teilräume verteilen, für welche die Mittelwerte errechnet wurden.

Die Mineralanalyse ergab, daß Muskowit in den meisten Fällen das häufigste Material war, nur in der Gamsgrube stand Calzit an erster Stelle. Häufig waren ferner Chlorit, Feldspat, Amphibolit und Quarz, in einzelnen Proben auch Dolomit. Viele Sedimente wiesen hohe $CaCO_3$-Gehalte auf, die aus Kalken, Dolomiten und Rauhwacken der Seidelwinkeldecke (unter der Edelweißspitze 40,9%) oder aus Kalkphylliten (Gamsgrube 50,8 bis 62,2%, Senfteben bei Guttal 29,3%) stammen. Das bedeutet eine kontinuierliche, für den Stoffhaushalt der Böden sehr maßgebliche Kalkzufuhr.

Wenn auch weder mit den Deflametern noch durch das Einsammeln der Schneeproben die gesamte pro Flächeneinheit und Jahr eingewehte Sedimentmenge erfaßt wurde, so geben die Deflameterwerte doch eine Vorstellung von den während der Vegetationszeit transportierten Flugstaubmengen, und mit den Schneeproben wurde wohl der Sedimentanfall im Spätwinter und Frühling im wesentlichen erfaßt. Aus beiden zusammen lassen sich demnach größenordnungsmäßig annähernd richtige Schlüsse auf die

in den Untersuchungsjahren anfallende Sedimentmenge ziehen. GRUBER kam in windexponierten Lagen zu sehr niedrigen, in für die Ablagerung von Flugstaub günstigen Lagen dagegen zu sehr hohen Sedimentmengen. Im Bereich der Hochtor-Südseite und des Wallackhauses errechnete er rund 600 kg Flugstaub pro Hektar, im Bereich zwischen Glocknerhaus und Pfandlscharte in 2480 bis 2860 m Höhe einen Maximalwert von etwa 4000 kg. Maximalwerte werden in der Gamsgrube erreicht, wo über dem Promenadeweg 18 600 kg, unter diesem noch 11 530 kg Sediment ermittelt wurden. Ähnliche Werte hatten schon BRAUN-BLANQUET und JENNY (1926) auf der Alp Murter, 2340 m, in den Schweizer Zentralalpen festgestellt.

2. Bodenwasserhaushalt

Auf das in flüssiger Form im Boden vorhandene Wasser wirken einerseits die Schwerkraft und anderseits Kräfte, die auf Unterschieden in der Bodensaugspannung zwischen feuchteren und trockeneren Bodenpartien beruhen. Die Versorgung der Böden mit Wasser kann einerseits durch Niederschläge und anderseits aus dem Untergrund durch Grund- oder Hangwasser erfolgen.

Für die Wasserversorgung der Pflanzen in niederschlagsfreien Perioden ist das nicht zu fest im Boden gebundene, pflanzenaufnehmbar gespeicherte Wasser entscheidend. Die maximale nutzbare Wasserspeicherleistung eines Bodens errechnet sich als Differenz seines Wassergehalts bei Feldkapazität (FK) und beim Permanenten Welkepunkt (PW), es ist annähernd die Wassermenge, die im Boden mit Saugspannungen zwischen 0,33 und 15 at. gebunden werden kann. Zur Zeit der Schneeschmelze ist in den alpinen Böden diese Wassermenge vorhanden, ja es kann sogar darüber hinaus Tagewasserstau auftreten. Während der Vegetationszeit sinkt der aktuelle Wassergehalt aber mehr oder weniger weit unter die Feldkapazität ab, wird dabei der Welkepunkt erreicht oder sogar überschritten, leiden die Pflanzen unter akutem Wassermangel.

Aus den zahlreichen von F. GRUBER (1976) erstellten Tabellen faßt die nachstehende Übersicht die wichtigsten Daten zusammen. Die Mächtigkeit der untersuchten Profile schwankt zwischen 25 und 85 cm, wobei Profiltiefen von 40 bis 50 cm vorherrschen. Die nutzbare Wasserspeicherung (zwischen FK und PK) liegt zwischen 93 und 253 mm Niederschlag, wobei sich eine deutliche Abhängigkeit der Speicherleistung von der Profilmächtigkeit erkennen läßt.

Die Werte für das Porenvolumen liegen namentlich in den A-Horizonten bei den alpinen Grasheiden höher als bei Grünlandböden tieferer Lagen. Sie schwanken in humosen Oberboden bei den ersteren zwischen 60,0 und 73,9%, bei den letzteren zwischen 53,2 und 55,8%. Der untersuchte Schneetälchenboden schließt sich dem Grasheideboden mit 68,1% Porenvolumen an. Die während der Beobachtungsperiode in Abständen von einigen Wochen ermittelten Werte für den aktuellen Wassergehalt überschreiten mit ihren Maxima in einigen Fällen die Feldkapazität, was auf leichten Tagwasserstau hindeutet. Ökologisch sehr bemerkenswert ist es, daß in dem relativ trockenen Sommer 1974 in zwei Profilen der Permanente Welkepunkt unterschritten wurde, somit akuter Wassermangel für die Vegetation auftrat. Dies war der Fall, obwohl die langjährigen Mittel des Jahresniederschlags im Gebiet zwischen 900 mm in Heiligenblut, 1700 mm beim Glocknerhaus und 2400 mm bei der Oberwalderhütte am Großen Burgstall liegen.

Der dichte Lärchen-Fichten-Wald am 20° SW geneigten Hang beim Seppenbauer über Heiligenblut wies zu den zwei Meßterminen am 4. und 22. 9. 1974 Wassergehalte unter dem Permanenten Welkepunkt auf. Die stärkste Entwässerung des Bodens erfolgte in 30 bis 50 cm Tiefe, offenbar in der Schicht, aus der die Bäume in erster Linie das Wasser entnehmen. In der Zeit vom 1. 9. 1974 bis 31. 8. 1975 wurden auf der meteorologischen Station beim Seppenbauer 1091,5 mm Niederschlag gemessen, ein Beweis für den hohen Wasserverbrauch von Waldbeständen, vor allem in südexponierter Lage.

Bei den hochalpinen Grasheiden, besonders den Krummseggenrasen (Curvuletum), tritt der höchste Wasserverbrauch in den Monaten August und September auf. Bei dem Curvuletum am SW-Hang auf der Trögeralm sank im September 1973 der Wassergehalt vorübergehend im A-Horizont unter den Permanenten Welkepunkt ab. Im Juli 1976 war dies in den hochalpinen Grasheiden auf seichtgründigen Böden mit Sicherheit vielenorts im Gebiet der Fall, was an der Vergilbung des Rasens zu erkennen war. Die Auswertung der Meßergebnisse für das Jahr 1976 liegt noch nicht vor. Auf seichtgründigen Böden über Kalkgestein werden die Pflanzen noch häufiger unter Wassermangel zu leiden haben, was die Xeromorphie der *Carex firma* und anderer alpiner Grasheidenpflanzen verständlich macht. Auch das Auftreten xerophiler Steppentiere im hochalpinen Grasheidengürtel, namentlich in nach Süden exponierten Lagen, findet durch den zeitweiligen Wassermangel eine Erklärung.

Wasserhaushalt der untersuchten Böden[1])

Profil Nr.	Standort u. Seehöhe m	Profilmächtigk. in cm	nutzbare Wasserspeicherleistung in mm Niederschlag	in einzelnen Horizonten d. Profils				pflanzenverfügbares Wasser im Gesamtprofil in mm Niederschlag	
				Horiz.	Porenvol. %	Wassergehalt bei PW (Vol.%)	Wassergehalt bei FK (Vol.%)	max.	min.
1	Ferleiten, Weide, 1149 m	50	148	A	55,80	10,90	43,0	149,9	99,1
				C_1	56,90	6,10	29,4	(16/6/75)	(31/7/75)
2	Piffkar, Wald 1620 m	50	125	A	84,9	12,1	52,9	132,4	65,96
				Ap	46,4	7,6	27,9	(15/7/75)	(18/8/74)
				B	54,0	11,6	46,4		
3	Piffkar, Weide 1620 m	50	144	A	53,2	15,6	33,5	147,6	78,1
				Bv1	51,3	13,2	36,0	(27/8/75)	(16/7/74)
				Bv2	59,6	8,3	24,2		
4	Fuscherlacke 2280 m	25	93	A	64,9	17,4	54,1	89,4	73,1
				Bv	57,8	8,6	31,0	(11/6/74) (31/7/74) (4/9/74) (31/7/76) (16/9/75)	(29/5/75)
5	Hochtor Südseite 2510 m	42	175	A	62,1	10,4	54,4	166,1	89,7
				BP	58,7	4,5	44,5	(11/6/74) (27/6/75)	(1/7/74)
6	Wallackhaus Schneetälchen 2300 m	45	147	A	68,1	14,9	57,8	134,4	108,3
				AP	52,5	10,6	43,0	(15/8/75)	(16/9/75)
				Bv	54,4	3,7	34,1		

7	Wallackhaus Curvuletum Versuchsfläche 2310 m	45	147	A AP Bv	73,9 53,1 50,2	20,4 7,4 6,0	63,2 44,0 36,2	122,9 (4/5/74)	50,9 (18/8/74)
8	Seppenbauer b. Heiligenblut 1620 m	50	134	A Bv	54,2 42,5	9,3 7,4	40,6 32,1	130,7 (11/6/74)	—5,2 (4/9/74)
9	Seppenbauer Wiese, 1617 m	85	203	A Bv	55,1 44,2	12,3 8,6	44,7 28,9	193,9 (4/5/74)	57,4 (31/7/74)
10	Guttal, Wald 1920 m	50	191	A AP BP Bv	60,2 54,4 54,3 48,2	18,0 12,0 9,4 4,7	53,4 51,4 51,2 36,5	169,2 (27/6/75)	24,1 (4/9/74)
11	Guttal, Weide 1914 m	80	257	A Bv1 Bv2	56,7 54,0 48,9	10,5 6,8 5,4	55,5 37,0 30,0	256,8 (11/6/74) (27/6/75) (15/7/75)	146,3 (4/9/74)
12	Glocknerhaus, Grasheide 2142 m	40	137	A Bv	60,0 52,0	16,5 3,6	57,6 35,4	136,4 (2/8/73)	74,8 (4/9/74)
13	Trögeralm, Curvuletum 2300 m	30	85	AP Bv	73,3 47,8	32,6 11,3	58,6 40,6	84,6 (11/6/74)	—1,1 (11/9/73)
14	Rutschhang b. Wallackhaus 2320 m	35	104	A Bv	68,5 58,8	11,8 6,3	51,2 32,6	95,3 (16/9/75)	49,98 (15/8/73)

[1]) Die Bestimmung der Porenvolumina sowie der Wassergehalte bei Feldkapazität und Perm. Welkepunkt hat freundlicherweise die Bundesanstalt f. Kulturtechnik u. Bodenwasserhaushalt in Petzenkirchen besorgt.

Literatur

BRAUN-BLANQUET, J. & H. JENNY (1926): Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges.

BURGER, R. & H. FRANZ (1969): Die Bodenbildung in der Pasterzenlandschaft. Neue Forschungen im Umkreis der Glocknergruppe. Wiss. Alpenvereinshefte 6.

FIEDLER, H. J. (1965): Die Untersuchung der Böden. Bd. 1 u. 2. Verl. Th. Steinkopf, Dresden u. Leipzig.

FRANZ, H. (1961): Exkursion durch Österreich anläßlich der Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft in Wien, August 1961. Mitt. Österr. Bodenk. Ges. Heft 6.

FRIEDEL, H. (1936): Ein bodenkundlicher Ausflug in die Sandsteppe der Gamsgrube. Mitt. Deutsch. Österr. Alpenver. Nr. 9.

GRUBER, F. (1975): Untersuchungen über Verstaubung von Hochgebirgsböden im Glocknergebiet. Dipl. Arbeit a. d. Univ. f. Bodenkultur in Wien.

— (1976): Physikalische Eigenschaften und Wasserhaushalt hochalpiner Böden im Glocknergebiet. Dissertation a. d. Univ. f. Bodenkultur in Wien.

LEININGEN, W. Graf zu (1915): Über die Einflüsse von äolischer Zufuhr auf die Bodenbildung mit besonderer Berücksichtigung auf die Roterde. Mitt. Geol. Ges. Wien.

SOLAR, F. (1964): Zur Kenntnis der Böden auf dem Raxplateau. Mitt. Österr. Bodenk. Ges., Heft 8.

STALLINGS, J. H. (1951): Mechanics of wind erosion. US Deptm. of Agric. Soil Conservation Service.